



## **PROJETO MULTIDISCIPLINAR DE AÇÕES PARA SOLUÇÕES EM ENGENHARIA, ENFATIZANDO A GERAÇÃO RENOVÁVEL DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Ronaldo Hoffmann** - enegia-deq@smail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

**André Friderichs** – andrefriderichs@gmail.com

**Weslei Monteiro Ambros** – wmambros@gmail.com

**Jocieli Dal Maso** – jocieli\_dalmaso@hotmail.com

**Rúbia Risso** – rurisso@hotmail.com

Endereço : Avenida Roraima, nº 1000, prédio 7, sala 301.

CEP: 97105900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Resumo:** *O Projeto Multidisciplinar de Ações Integradas para Soluções em Engenharia, ou PRO+E, é um projeto vinculado a todos os Cursos de Engenharia da Universidade Federal de Santa Maria. Seu principal objetivo é atender à necessidade de aproximar o ensino médio da escolaridade superior de engenharia brasileira, mediante a utilização de tecnologias educacionais no escopo da formação, informação e comunicação. Em última instância, almeja-se atrair e estimular recursos humanos capazes de pensar e criarem soluções de engenharia para os problemas de nossa sociedade, valorizando profissão tão importante e necessária para o desenvolvimento.*

*O subprojeto em tela é um segmento do projeto principal, que está vinculado ao Departamento de Engenharia Química, e refere-se a aproximação entre alunos do ensino médio e a Universidade, utilizando a temática das energias renováveis em três âmbitos: teórico, demonstrativo e experimental.*

*A primeira etapa consistiu na elaboração de material didático em que foi exposta uma abordagem completa sobre as fontes de energia, princípios de funcionamento, e principais usos de aereogeneradores, células fotovoltaicas e cata-ventos. A etapa seguinte consistiu na aquisição e instalação desses aereogeneradores, painéis solares e cata-ventos. A última fase, a análise prática, deriva das duas etapas anteriores e está sendo realizada gradativamente; quando completa, constará de experimentos relativos ao princípio de funcionamento de cada equipamento, além de serem examinados pequenos protótipos representativos dos mesmos.*

*Espera-se, através desta continuada iniciativa, atingir o objetivo de promover o interesse dos alunos do ensino médio para a formação superior em áreas tecnológicas de geração e uso da energia, incluindo as questões ambientais, e difundir a importância que o papel da engenharia desempenha na sociedade.*

**Palavras-chave:** *Ensino de engenharia, Energias renováveis, Ensino médio, Multidisciplinaridade*



## 1 INTRODUÇÃO

Políticas de desenvolvimento em larga escala, especialmente aquelas baseadas na tecnologia, tem como um dos requisitos principais a disponibilidade de recursos humanos qualificados. O déficit de recursos humanos nas áreas de engenharia é um problema crescente nos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, onde a situação tende a tornar-se crítica com o crescente estímulo ao desenvolvimento tecnológico.

De acordo com a UNESCO (2009) e FAZZIO (2009), no final de 2004, período imediatamente anterior ao processo de expansão das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), o Brasil tinha cerca de 18 milhões de jovens com idades entre 18 e 24 anos. Entretanto, apenas 16% destes estavam matriculados em algum curso de Ensino Superior. À época, esse percentual era cerca de 60% na Argentina, 50% no Chile e 25% no México e na Colômbia. Em outro patamar de referência situava-se, por exemplo, a Coreia do Sul, com mais de 90%.

Quando focalizado nas engenharias, o estudo exibia dados ainda mais sérios. Segundo FAZZIO (2009) enquanto 18 milhões de brasileiros tornavam-se cerca de 350 mil estudantes de engenharia, nove milhões de mexicanos da mesma faixa etária representavam 450 mil estudantes na área, e 3,5 milhões de sul-coreanos, um milhão de futuros engenheiros. Ou seja, apesar do imenso potencial populacional, o país conta com um número de estudantes de engenharia 30% inferior ao do México e 65% inferior ao da Coreia do Sul. Considerando-se que o número de engenheiros formados constitui um fator de grande relevância para o desenvolvimento técnico e sustentável de um país, o número atual de profissionais no Brasil encontra-se bem abaixo do desejado.

Ações para solução desse problema não devem almejar apenas o aumento do número de estudantes, mas a formação de indivíduos bem qualificados tecnicamente, dotados de senso crítico, visão prática, sensibilidade social, econômica e ambiental. É necessária a formação de indivíduos que sejam capazes de solucionar problemas e reverter essas soluções em ganhos para a sociedade, não apenas pelos efeitos de sua aplicação na solução dos problemas, mas também pelo aprimoramento de processos e pela redução de custos.

Desta maneira, torna-se necessário o desenvolvimento de programas que visem despertar o interesse dos estudantes na ciência, na tecnologia e no contexto sócio-ambiental em que vivem. BERMUDEZ (2009) defende a necessidade de uma política para o ensino tecnológico que inclua a população leiga, pois ela não tem consciência da associação entre a formação básica em ciências e os produtos da evolução tecnológica que usa nos seus afazeres diários. FOUREZ (1997) argumenta que os modelos e conceitos científicos, ensinados nos cursos de engenharia, não devem ser ensinados por si mesmos, mas sim como uma resposta apropriada a certas questões contextuais. Uma maneira de exemplificar isto seria o ensino por projetos, levando em conta a globalidade da tecnologia, incluindo técnicas materiais, representações teóricas, organização social, condicionamento socioeconômico e político. Este conceito poderia ser estendido ao Ensino Médio, podendo-se usar, além de projetos, estudos e análises temáticas de assuntos de interesse atual.



Dentre esses temas, a energia proporciona uma ampla abordagem, pois está relacionada com questões ambientais e socioeconômicas, além de abarcar uma gama de conceitos vinculados a outras disciplinas (interdisciplinaridade). Não obstante, os conhecimentos sobre energia abandonam gradualmente a condição de formação científica e assumem o status de formação para cidadania, pois, a cada dia, os recursos naturais são mais escassos e o seu uso racional está se tornando determinante à própria sobrevivência, influenciando o comportamento cotidiano.

Considerando-se a grande dependência de uma fonte energética não renovável, o petróleo, e que o esgotamento das reservas deste ocorrerá dentro de quatro décadas, a melhor atitude a se adotar é a mudança da matriz energética mundial. Neste contexto, o aproveitamento das fontes renováveis de energia apresenta-se como uma alternativa promissora no enfrentamento dos desafios energéticos atuais e na minimização dos impactos ambientais. O uso de energias renováveis consiste basicamente em aproveitar a energia solar diretamente, ou em suas formas indiretas: a biomassa, a energia solar fotovoltaica e térmica, a eólica, a hidráulica etc.

Por serem as opções mais difundidas como solução para o desenvolvimento de uma matriz energética mais limpa, seria conveniente selecioná-las como objetos de estudos e demonstração. Além disso, a produção de conhecimento tecnológico, científico e humano, relativos às fontes alternativas e renováveis de energia, pelas Instituições de Ensino Superior, via de regra não são acompanhados por sua transferência ao setor que mais necessita. Da mesma forma, há uma grande distância entre as academias e a maior parte da população, resultante da exclusão dos direitos e da compreensão da cidadania.

Desta maneira, torna-se necessário criar interligações entre estes setores de forma que sejam estimuladas atividades cujo desenvolvimento implique em relações multidisciplinares de setores da Universidade e da Sociedade. A troca de conhecimentos e experiências entre estes segmentos é essencial para que se discutam os problemas e desafios realmente encontrados. Assim, aplica-se o conhecimento no verdadeiro cumprimento da sua função social.

Uma das formas de promover essa interligação consiste em aproximar os alunos das escolas de ensino médio, através da transferência direta de conhecimento, pelo auxílio no ensino das diferentes disciplinas que compõem o plano de estudo destas escolas, dentre elas: física, química e biologia. Nestas disciplinas, há inúmeros princípios que são facilmente observados no cotidiano e bastante estudados nas escolas de engenharia. Porém, essa percepção de uma utilidade efetiva para os conteúdos das disciplinas já citadas, ministradas nas escolas de ensino médio, não é estimulada pelas atuais relações entre as academias e os estudantes dessas escolas. Observa-se, então, a necessidade de mostrar aos estudantes que aquelas leis e princípios, que pareciam incompreensíveis, são realmente aplicados na solução de muitos desafios científicos e tecnológicos. Assim, além de estimular o estudo de certas disciplinas, comumente pouco apreciadas pelos alunos, ressalta-se a importância das engenharias como vetores de conhecimento e informação.



## 2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

A partir da chamada pública do MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) em conjunto com o FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e o FNDCT (Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), foi realizada uma seleção pública, em maio de 2006, para propostas contendo a implementação de projetos inovadores visando promover a interação das ciências da engenharia com o ensino em escolas do Ensino Médio.

O Projeto Multidisciplinar de Ações Integradas para Soluções em Engenharia (PRO+e) surgiu com objetivo de selecionar projetos para apoio financeiro a idéias inovadoras que promovam essa maior interação, visando a despertar vocações e recrutar mais e melhores estudantes para as áreas tecnológicas. As atividades deviam estabelecer conexões entre os ensinamentos básicos e aplicações práticas, enfatizando a inserção econômica e social e o papel da engenharia no setor industrial e de serviços.

Na seleção pública foram aprovados 42 projetos em todo o Brasil, sendo o presente projeto proposto por um grupo de docentes do Centro de Tecnologia da UFSM, através da Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência (FATEC), e assim o (PRO+e) começou a ser realizado, tendo como executora a Universidade Federal de Santa Maria.

No momento o projeto conta com um variado número de subdivisões, que se propõem a realizar as metas principais a partir de uma variedade de temas que abordem, de forma direta ou indireta, o papel da engenharia na Sociedade. Dentre estes, o subprojeto com ênfase na geração renovável de energia elétrica sugere o uso da temática das energias renováveis, como meio de contato com as escolas de Ensino Médio, aproveitando a importância política, econômica e social do tema energia, bem como a interdisciplinaridade proporcionada pelo mesmo.

## 3 OBJETIVOS

O projeto objetiva potencializar ações educativas, de caráter científico e tecnológico, entre professores e alunos universitários da engenharia, professores e alunos do ensino médio da escolaridade básica brasileira, com o intuito de difundir a cultura da realidade tecnológica brasileira. Além disso, pretende-se instigar o interesse no atual cenário energético mundial, o pensamento crítico sobre esse e a busca de energias renováveis como alternativa para um desenvolvimento sustentável, especialmente no que se refere à geração de energia elétrica.

Da mesma forma, procura-se trabalhar a interdisciplinaridade, em ações que favoreçam a ampliação da capacidade do aluno de expressar-se através de múltiplas linguagens e novas tecnologias, posicionar-se diante da informação e interagir, de forma crítica e ativa, com o meio físico e social. Somado a isto, busca-se a valorização do engenheiro como um precursor e protagonista da evolução tecnológica e como um profissional indispensável à sociedade.

Em última instância, almeja-se a formação de recursos humanos capazes de identificar, compreender, pensar e criar soluções de engenharia para os problemas de



nossa sociedade, incluídas as preocupações com o meio ambiente. Basicamente, a proposta deste projeto focaliza justamente esse aspecto: o estímulo ao desenvolvimento destas capacidades, desde o período anterior à formação de nível superior; começando pelo seu universo mais próximo, seus temas de aprendizagem e seu contexto.

#### 4 METODOLOGIA

O plano de trabalho baseia-se em ações conjuntas, coordenadas e planejadas entre as instituições de ensino médio e superior, baseadas na interconexão entre energia renovável e o plano de estudo das disciplinas ministradas, das seguintes instituições da cidade de Santa Maria: Escola Estadual de Ensino Médio Prof.<sup>a</sup> Maria Rocha e Colégio Estadual Prof.<sup>a</sup> Edna May Cardoso, e a UFSM, através do Curso de Engenharia Química, vinculado ao Centro de Tecnologia, e da Escola Politécnica, ensino médio inserido na UFSM.

As ações de interação entre os alunos e o tema em questão ocorrem segundo três segmentos:

- Teórico: A partir da utilização de materiais didáticos;
- Prático: Visão e demonstração do funcionamento de equipamentos;
- Experimental: Realização de experimentos temáticos com os alunos.

Em nível teórico, foram elaborados livros-texto de cunho didático que abordam os principais conceitos envolvidos na geração renovável de energia. O grau de aprofundamento limitou-se ao conteúdo abordado nas disciplinas de Física, Química e Biologia do Ensino Médio.

Estas publicações serão disponibilizadas através da rede, a partir de um site elaborado para incluir todos os subprojetos do PRO+E. Além disso, pretende-se reduzir o conteúdo para elaboração de pequenas cartilhas, que poderão ser entregues aos estudantes durante visitas à Universidade, ou ainda, durante gincanas e feiras realizadas nas escolas.

A demonstração prática dos protótipos em operação será realizada em duas localidades: no Colégio Politécnico da UFSM e em um prédio recentemente construído ao lado do Centro de Tecnologia da Universidade (Figura 1). Este prédio também abrigará os outros subprojetos vinculados ao PRO+E, funcionando como ponto de recepção dos estudantes das escolas. Além disso, possuirá, ao decorrer do tempo, sala com computadores, projetores e laboratórios para realização de experimentos.

Finalmente, a abordagem experimental se dará por meio de experimentos, onde serão verificados diretamente os princípios que regem cada sistema de geração renovável. Pretende-se usar materiais e dispositivos simples que simulem a operação dos sistemas renováveis, mas que possuam o mesmo princípio básico de funcionamento. Desta forma, utilizando técnicas simples e através de aparelhos de medição como voltímetros, amperímetros e medidores de pH, os alunos, auxiliados pelos bolsistas, poderão interagir de forma direta com uma aplicação de princípios simples vistos dentro de seus currículos do Ensino Médio.



**COBENGE2010**  
XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia  
12 A 15 SET • FORTALEZA • CE  
Hotel Gran Marquise

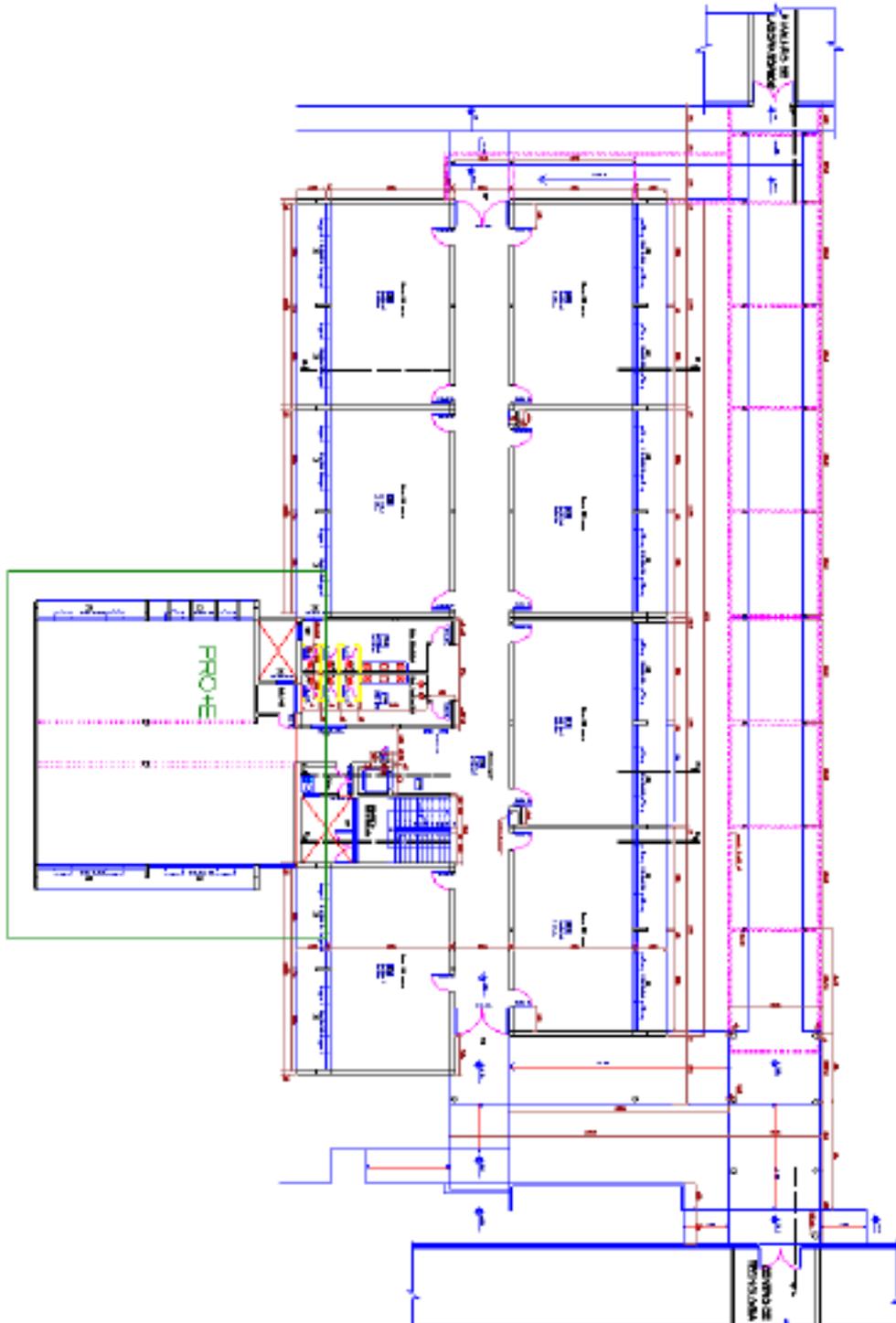


Figura 1: Planta do prédio onde está alocado o laboratório do PRO+e.



Dentre os principais experimentos, estudam-se a aplicação dos seguintes:

- Túnel de vento: Um pequeno ventilador acoplado a um túnel e a um gerador elétrico simples, com um multímetro para comprovar a geração de corrente elétrica.
- Biodigestão: Montagem de um biodigestor em pequena escala, utilizando a pequena porção de biogás gerado na produção de energia.
- Célula de Grätzel: Utilizando lâminas de vidro, dióxido de titânio pastoso, fita adesiva e filamentos metálicos pode-se construir uma célula fotovoltaica em miniatura, permitindo a medição de alguns parâmetros.

Ressalta-se que a confecção dos materiais utilizados nestes experimentos poderá ser realizada pelos próprios alunos das escolas, juntamente com os estudantes da graduação que estiverem participando desta etapa do projeto.

## 5 RESULTADOS

Como a etapa de visitação das escolas esta apenas começando, ainda não foi possível determinar resultados diretos do projeto. Ou seja, ainda não é possível determinar o grau de interesse dos estudantes no tema que lhes é exposto. Entretanto, a fase estrutural do projeto está quase totalmente concluída, devido a conclusão do material didático (livros-texto) e a instalação dos protótipos de geração renovável de energia.

Quanto ao material didático, foram criados quatro livros-texto, intitulados: Energia Eólica, Biomassa, Energia Solar Elétrica e, embora não estivesse incluída no escopo do projeto, Energia Solar Térmica. A estrutura de cada texto é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Estrutura básica dos livros-texto.

<b>Conteúdo</b>	<b>Descrição</b>
Visão Geral	Expõe um pequeno resumo do que será abordado no texto.
Fonte	Informações referentes à fonte primária de geração de cada energia: solar, eólica e biomassa.
Características da fonte geradora	Contém informações relevantes na análise da energia disponível: radiação solar incidente, velocidade média dos ventos e demanda química de oxigênio na biomassa.
Princípio de funcionamento dos equipamentos de geração	O cerne dos livros-textos. Explica através de conceitos aprendidos na física, química e biologia do funcionamento dos equipamentos de geração renovável de energia, processos químicos e físicos de conversão, etc.



Principais componentes dos equipamentos	Breve esboço dos componentes mecânicos dos equipamentos.
Cálculos, exercícios e dimensionamentos	Contém exercícios simples que abordam o cálculo dos principais parâmetros na geração renovável correspondente, eficiência energética, potência, etc.
Utilização dos sistemas de geração	Os principais sistemas de geração utilizados para cada caso, e suas principais aplicações.
Principais Impactos Ambientais	As implicações ambientais geradas por cada sistema renovável.

Os equipamentos instalados consistem em um cata-vento para bombeamento de água, utilizada em fertirrigação, e dois aero geradores (Figuras 2a e 2b) instalados sobre uma caixa de água no Colégio Politécnico e alimentando diretamente baterias. Além disto, também há quatro módulos fotovoltaicos (Figura 3), um painel solar para aquecimento e um reator modelo UASB, usado para o tratamento da biomassa residual de uma micro destilaria.

Quanto ao biodigestor, pretendia-se primeiramente usar modelos costumeiros, tais como o indiano e o chinês, para facilitar o entendimento por parte dos alunos. Entretanto, a biomassa utilizada será o vinhoto proveniente de uma microdestilaria, localizada no Colégio Politécnico, e devido à natureza agressiva deste resíduo resolveu-se utilizar o sistema UASB, pois possui tecnologia e desempenho superiores aos modelos clássicos. Este reator ainda não está instalado, contudo, já foi dimensionado e adquirido, restando apenas a construção de um aparato para suporte, a ser construído para seu funcionamento.



Figura 2: a) Catavento utilizado no bombeamento de água para fertirrigação. Vista normal e ampliada. b) Aerogeradores instalados sobre caixa de água no Colégio Politécnico - UFSM.



Figura 3: Painel solar de silício policristalino instalado no Colégio Politécnico - UFSM.

Futuramente, além dos experimentos discutidos na Metodologia, pretende-se disponibilizar o material didático na página da internet, especificamente construída para acesso dos alunos. Não obstante, almeja-se o desenvolvimento de mini-cursos abordando os principais processos de geração renovável de energia, participação de gincanas e realização de experimentos em feiras de ciências das escolas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto propõe um meio de contato direto entre os alunos do Ensino Médio e a Universidade, através da temática de energias renováveis. Os três níveis de abordagem utilizados, definidos como teórico, prático e experimental, visam proporcionar aos estudantes uma ampla visão do contexto energético e a importância da Engenharia por trás deste tema, bem como seus impactos ambientais.

Desta maneira, ao ser executado com sucesso, espera-se despertar o interesse do aluno no panorama tecnológico atual e, conseqüentemente, a participação na busca de soluções técnicas para problemas que afetam a moderna sociedade brasileira.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem a FINEP pelo financiamento, que permitiu a implantação do projeto, a FATEC pela assistência no gerenciamento dos recursos e a direção do Colégio Politécnico da UFSM, que disponibilizou espaço físico para a instalação dos protótipos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BAZZO W.A.. Ciência tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica. [on line] Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 1998. Acessado em Agosto de 2009. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/bazzo03.htm>
- BARBIERI, J. C.; Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos; Editora Saraiva, São Paulo, 2004.



BERMUDEZ, J.C.M.. A educação tecnológica precisa de uma política. Em: FARRET, F. A.; Aproveitamento de Pequenas Fontes de Energia Elétrica; Editora da UFSM, 1999.

FAZZIO, A.; MILIONI, A.Z.; Do Ensino de Engenharia no Brasil [on line]; Publicado em 29 de junho de 2009; Acessado em 27 de julho de 2009; Artigo publicado na página da ANDIFES; Disponível em:

<[http://www.andifes.org.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1879&Itemid=106](http://www.andifes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=1879&Itemid=106)>.

FOUREZ G.. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue: Buenos Aires, Argentina, 1997.

JOHANSSON, T. B.; KELLY, H.; REDDY, A. K.; WILLIAMS, R. H.; Renewable: Sources for Fuels and Electricity; Editora Island Press, 1993.

NOGUEIRA, L. A. H.; Lora, E. E. S.; Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações; Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2003.

TOLMASQUIM, M. T. Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2003.

UNESCO; Global Education Digest 2004: Comparing Education Statistics Across the World [on line]; Montreal, Canada; Publicado em 2008, acessado em setembro de 2009; Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0017/001787/178740e.pdf>

### **Abstract**

## **MULTIDISCIPLINARY PROJECT OF ACTIONS FOR SOLUTIONS IN ENGINEERING, EMPHASIZING THE RENEWABLE ELECTRICAL ENERGY GENERATION.**

**Abstract:** *The Multidisciplinary Project of Actions for Solutions in Engineering (PRO+E), is a project related to all engineering courses existing in the Federal University of Santa Maria. Its primary objective is to overcome the gap between high school (known as secondary education) and the Brazilian engineering high education courses (university level), using educational technologies concerning formation, information and communication. It is also an issue of the project attracts and stimulates human resources, which are able to think and create engineering solutions for several problems generated by modern needs, also appreciating a profession of such importance and essential to support and promote development in many fields.*

*This subproject is a segment of a main project that is attached to the Chemical Engineering Department. It is concerned with the idea of bringing together students from high school and University once, through the study of the renewable energy in three levels: theoretical, demonstrative and experimental.*

*The first phase consisted on the elaboration of the didactical material which exposes a complete review upon renewable energy, working principles, and main uses of aero generators, photovoltaic cells and windmills. The next phase was dedicated to acquiring and installing these equipments. The last one, the practical analysis, that*



**COBENGE2010**  
XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia  
12 A 15 SET • FORTALEZA • CE  
Hotel Gran Marquise



*derivate from the previous two, is being accomplished gradationally and, when completed, will result in a set of experiments related to the working principles of each equipment, and the examination of small prototypes of the same as well.*

*It is expected, with this continued initiative, to reach the goals and encourage high school students in participate on the academic educational system, particularly in the technological areas of energy generation and utilization, including environmental issues, and also disseminating the important role played by engineering in our society.*

**Keywords:** *Engineering education, Renewable energy, High school, Multidisciplinarity.*